

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-277744

(43)Date of publication of application : 12.10.1999

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/01

B41J 2/205

(21)Application number : 10-102147

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 30.03.1998

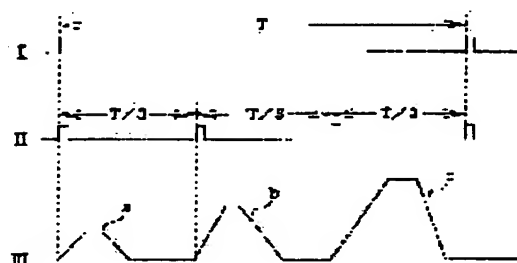
(72)Inventor : HOSONO SATOSHI

## (54) METHOD FOR DRIVING INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To form a dot by area gradation in levels of four or more without using a piezoelectric element in a high dynamic range and a driving signal with a high level.

**SOLUTION:** One-printing cycle  $T$  is divided into a plurality of timing periods. This method and recorder comprise a mode for forming a small dot or medium dot by applying either of a small dot forming driving signal  $b$  for forming a small dot and a medium dot forming driving signal  $c$  for forming a medium dot in the one-printing cycle  $T$  and a mode for forming a large dot by applying the small dot forming driving signal  $b$  and medium dot forming driving signal  $c$  in the one-printing cycle  $T$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.03.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-08442

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 23.04.2004

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-277744

(43) 公開日 平成11年(1999)10月12日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

2/055

1 0 1 Z

2/01

1 0 3 X

2/205

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-102147

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(22) 出願日

平成10年(1998)3月30日

(72) 発明者 細野 聡

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 木村 勝彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッドの駆動方法、及びインクジェット式記録装置

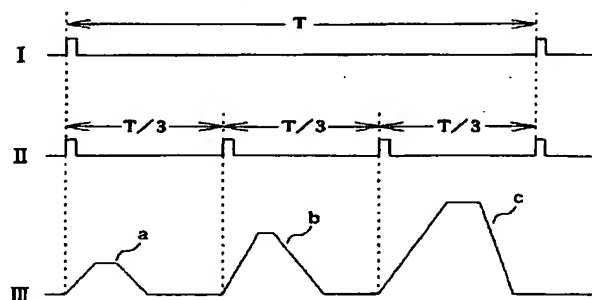
(57) 【要約】

【課題】 高いダイナミックレンジの圧電振動子や高いレベルの駆動信号を必要とすることなく、4階調以上の面積階調でドットを形成すること。

【解決手段】 1印刷周期Tを複数のタイミングに分割し、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号

(b)、中ドットを形成する中ドット形成用駆動信号

(c) のいずれかだけを1印刷周期内で印加して、小ドット、また中ドットを形成するモードと、小ドット形成用駆動信号(b)と中ドット形成用駆動信号(c)とを1印刷周期T内で印加して大ドットを形成するモードとを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リザーバとノズル開口に連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮させるインクジェット式記録ヘッドに、1印刷周期を複数のタイミングに分割し、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号、中ドットを形成する中ドット形成用駆動信号のいずれかだけを1印刷周期内で印加して、小ドット、また中ドットを形成するモードと、前記小ドット形成用駆動信号と中ドット形成用駆動信号とを1印刷周期内で印加して、大ドットを形成するモードとを備えたインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 2】 前記大ドットのインク量が前記小ドットと前記中ドットとの和よりも多くなるように設定されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 3】 前記印刷周期が少なくとも3つのタイミングに分割され、第1のタイミングで前記ノズル開口のメニスカスからインク滴を吐出せない程度の微小振動用駆動信号を印加する請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 4】 直前の印刷周期で小ドット形成用駆動信号が印加されない場合に、前記微小振動用駆動信号を印加する請求項 3 に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 5】 前記微小振動用駆動信号、小ドット形成用駆動信号、及び中ドット形成用駆動信号は、時間的に変化する第1の信号と、一定電圧を維持する第2の信号と、時間的に変化する第3の信号からなる台形状信号として形成され、小ドット形成用駆動信号は、その第1の信号の継続時間  $P_{c1}$  が、

$$T_a \leq P_{c1} < T_c$$

(ただし、 $T_c$  はヘルムホルツ共振振動の周期) に設定され、

第2の信号の継続時間  $P_{h1}$  と第3の信号の継続時間  $P_{d1}$  との和が

$$T_c \leq P_{h1} + P_{d1}$$

となるように設定され、

また、中ドット形成用駆動信号は、第1の信号の継続時間  $P_{c2}$  が

$$T_c \leq P_{c2}$$

第3の信号の継続時間  $P_{d2}$  が、

$$T_a \leq P_{d2}$$

(ただし、 $T_a$  は、圧力発生室を膨張、収縮させる圧電振動子の固有振動周期を示す) となるように設定されている請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 6】 少なくとも中ドット形成用駆動信号は、中間電位から上昇する請求項 1 に記載のインクジェット式記録ヘッドの駆動方法。

【請求項 7】 リザーバとノズル開口に連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮させるインクジェット式記録ヘッドと、

1印刷周期を複数のタイミングに分割し、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号、中ドットを形成する中ドット形成用駆動信号のいずれかだけを1印刷周期内で印加して、小ドット、また中ドットを形成するモードと、前記小ドット形成用駆動信号と中ドット形成用駆動信号とを1印刷周期内で印加して、大ドットを形成するモードとを選択する印字制御手段と、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号、及び中ドット形成用駆動信号を発生する駆動信号発生手段とからなるインクジェット式記録装置。

【請求項 8】 前記印字制御手段は、前記印刷周期が少なくとも3つのタイミングに分割し、第1のタイミングで前記ノズル開口のメニスカスからインク滴を吐出せない程度の微小振動用駆動信号を前記駆動信号発生手段から出力させる請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 9】 前記印字制御手段は、小ドット形成用駆動信号が印加されない場合に、前記微小振動用駆動信号を前記駆動信号発生手段から出力させる請求項 8 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 10】 前記微小振動用駆動信号、小ドット形成用駆動信号、及び中ドット形成用駆動信号は、時間的に変化する第1の信号と、一定電圧を維持する第2の信号と、時間的に変化する第3の信号からなる台形状信号として形成され、

小ドット形成用駆動信号は、その第1の信号の継続時間  $P_{c1}$  が、

$$T_a \leq P_{c1} < T_c$$

(ただし、 $T_c$  はヘルムホルツ共振振動の周期)

に設定され、

第2の信号の継続時間  $P_{h1}$  と第3の信号の継続時間  $P_{d1}$  との和が

$$T_c \leq P_{h1} + P_{d1}$$

となるように設定され、

また、中ドット形成用駆動信号は、第1の信号の継続時間  $P_{c2}$  が

$$T_c \leq P_{c2}$$

第3の信号の継続時間  $P_{d2}$  が、

$$T_a \leq P_{d2}$$

(ただし、 $T_a$  は、圧力発生室を膨張、収縮させる圧電振動子の固有振動周期) となるように設定されている請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【請求項 11】 前記少なくとも中ドット形成用駆動信号は、中間電位から上昇する請求項 7 に記載のインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術の分野】本発明は、ノズル開口及びリザーバに連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮させてノズル開口からインク量の異なるインク滴を吐出させる駆動技術に関する。

【0002】

【従来の技術】高い密度でドットの形成が必要なグラフィック印刷等においてはインク滴のインク量を調整してドット自身の径により階調を表現する方法が提案され、このようなインク滴の吐出には圧力発生室に設けられている圧電振動子や加熱手段に供給する駆動信号の電圧等を調整することにより行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このため、圧力発生手段には大きなダイナミックレンジのものが必要となりコストが上昇するばかりでなく、圧力発生手段に過大なエネルギーが供給されて寿命を短縮するという問題がある。本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところはダイナミックレンジの大きな圧力発生手段を必要とすることなく、しかも圧力発生手段の寿命に影響を与えることなく、面積階調で印刷することができるインクジェット式記録ヘッドの駆動方法を提案することである。また、本発明の他の目的は、同上駆動方法を実現することができるインクジェット式記録装置を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】このような問題を解消するために本発明においては、リザーバとノズル開口に連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮させるインクジェット式記録ヘッドに、1印刷周期を複数のタイミングに分割し、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号、中ドットを形成する中ドット形成用駆動信号のいずれかだけを1印刷周期内で印加して、小ドット、また中ドットを形成するモードと、前記小ドット形成用駆動信号と中ドット形成用駆動信号とを1印刷周期内で印加して、大ドットを形成するモードとを備えるようにした。

【0005】

【作用】小ドット形成後のメニスカスの運動エネルギーを利用して中ドットを形成して、小ドット単独のインク量と中ドット単独のインク量との和よりも多いインク量からなる第3のインク滴を吐出させる。

【0006】

【発明の実施の形態】そこで以下に本発明の詳細を図示した実施例に基づいて説明する。図1は本発明の一実施例を示すものであって、図中符号1は、キャリッジで、タイミングベルト2によりモータ3に接続されていて、ガイド部材4に案内されてプラテン5に平行に移動するように構成されている。キャリッジ1の記録用紙6と対向する面には、印刷領域側(図中、左側)に黒インクを吐出する記録ヘッド7が、また非印刷領域側に着脱可能

に構成されたカラー印刷用の記録ヘッド8が搭載され、各記録ヘッド7、8は、それぞれ黒インクカートリッジ9、カラーインクカートリッジ10からインクの供給を受けて記録用紙6にインク滴を吐出して印刷するようになっている。

【0007】11は、キャッピング装置で、黒インク用記録ヘッド7を封止するキャップ12と、カラーインク用記録ヘッド8を封止するキャップ13を同一のスライダに搭載され、ポンプユニット16にチューブを介して接続されていて、記録ヘッド7、8のノズル開口面を封止できるサイズを備えている。非印字時には記録ヘッド7、8のノズル開口を封止し、またクリーニング処理やインク充填操作時にはポンプユニット16の負圧を受けて記録ヘッド7、8からインクを強制的に排出させることができるように構成されている。

【0008】また、キャッピング装置11の近傍には、記録ヘッド7、8のノズル開口面を擦過するワイピングブレード等からなるクリーニングユニット18が配置されている。

【0009】図2は、同上記録装置に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、この実施例においては圧電材料20と異なる極の複数の内部電極21、22とを積層して構成された縦振動モードの圧電振動子23として構成されている。

【0010】圧力発生室24、インク供給口25、リザーバ26を備えた流路形成基板27と、流路形成基板27の一方の面を封止する弾性板28と、圧力発生室24に連通するノズル開口29を備えたノズルプレート30とを積層して流路ユニット31が構成されている。

【0011】圧電振動子23は、その先端を弾性板28のアイランド部32に当接するように固定されていて、駆動信号により圧電振動子23を収縮、伸長させて圧力発生室24を膨張、収縮させ、圧力発生室24のインクをノズル開口29からインク滴として吐出させる。

【0012】図3は、同上記録装置に使用可能な他のインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示すものであって、この実施例においては圧電材料の薄板、または薄膜40の上下両面に電極41、42が形成されたわみ振動モードの圧電振動子43として構成されている。

【0013】圧力発生室44を形成するスペーサ45と、これの一方の面を封止する第1の蓋板46と、他方の面を封止する第2の蓋体47とを積層して圧力発生ユニット48が構成され、第1の蓋体46の表面の、圧力発生室44に対向する位置にたわみ振動モードの圧電振動子43が設けられている。

【0014】外部からインクの供給を受けるリザーバ49と、ノズル連通孔50とを備えたリザーバ形成基板51と、一方の面をノズル開口52を備えたノズルプレート53により封止し、また他方の面を圧力発生ユニット48の固定基板を兼ね、かつリザーバ49のインクを圧

力発生室 44 に供給するインク供給口 54 を備えたインク供給口形成基板 55 により封止して流路ユニット 56 が構成されている。

【0015】圧電振動子 43 は、駆動信号によりたわみ変位して第 1 の蓋板 46 を弾性変形させて圧力発生室 44 を膨張、収縮させてさせ、圧力発生室 24 のインクをノズル開口 52 からインク滴として吐出させる。

【0016】図 4 は、同上装置の制御装置を示すものであって、印字制御手段 60 は、ホストからの印刷信号（図 5 (I)）に同期して 1 印刷周期  $T_0$  を 3 分割したタイミング信号（図 5 (II)）を生成して後述する駆動信号発生回路 61 に出力するとともに、印刷データに対応して微小振動駆動信号、小ドット形成用信号、及び中ドット形成用駆動信号の少なくとも何れか 1 つを定められた順序で出力するように構成されている。

【0017】駆動信号発生回路 61 は、メニスカスに微小振動を誘起する微小振動用駆動信号（図 5 の III の符号 a）、例えば 3 ng 程度のインク量でドットを形成する小ドット形成信号（図 5 の III の符号 b）、及び 8 ng 程度のインク量でドットを形成する中ドット形成用駆動信号（図 5 の III の符号 c）の 3 種類の信号を発生する。

【0018】微小振動用駆動信号 a は、ノズル開口のメニスカスをインク滴が吐出しない程度に移動させ、またインク滴吐出後のメニスカスの大きな振幅での振動を制振させることができる程度に調整されている。

【0019】小ドット形成用駆動信号 b は、図 6 (イ) に示したように圧力発生室を膨張させる第 1 の信号①の継続時間  $P_{c1}$  が、 $T_a \leq P_{c1} < T_c$

（ただし、 $T_c$  はヘルムホルツ共振振動の周期）に設定されていて、圧力発生室の膨張時にヘルムホルツ共振を積極的に発生させるようになっている。

【0020】第 2 の信号②の継続時間  $P_{h1}$  と第 3 の信号③の継続時間  $P_{d1}$  との和（ $P_{h1} + P_{d1}$ ）が  $T_c \leq P_{h1} + P_{d1}$

となるように設定されていて、圧力発生室 24 の収縮時にヘルムホルツ共振振動の発生を抑制するようになっている。一方、中ドット形成用駆動信号は、図 6 (ロ) に示したように圧力発生室 24 を膨張させる第 1 の信号④の継続時間  $P_{c2}$  が

$T_c \leq P_{c2}$

に、また圧力発生室 24 を収縮させる第 3 の信号⑥の継続時間  $P_{d2}$  が、

$T_a \leq P_{d2}$

（ただし、 $T_a$  は、圧力発生室 24 を膨張、収縮させる圧電振動子 23 の固有振動周期を示す）となるように設定されていて、圧力発生室 24 を固有振動周期で発振させないようになっている。

【0021】この実施例において、ホストから印刷デー

タが入力すると、印字制御手段 60 は、当該印刷周期  $T$  で印刷すべきデータの種類の判定し、小ドットを形成しない場合には、第 1 のタイミング（図 7 における  $T_{11}$ ）で駆動信号発生手段 61 から微小振動用駆動信号（a）を出力させ、ノズル開口 29 のメニスカスをインク滴を吐出させない程度に移動させる。これにより、ノズル開口 29 近傍の増粘しているインクが、粘度が比較的低い圧力発生室 24 内のインクと置換され、印刷に適した粘度となる。

【0022】小ドットの印刷が指令されている場合には、印字制御手段 60 は、第 2 のタイミング（図 8 における  $T_{12}$ ）で駆動信号発生手段 61 から小ドット形成用駆動信号（b）を出力させる。

【0023】小ドット形成用駆動信号は、その第 1 の信号①によりノズル開口のメニスカスを急激に引き込んでヘルムホルツ共振振動を生じさせ、メニスカスの先端だけを飛翔させてノズル開口 29 の径で決まるインク量よりも少ない量のインク滴を吐出させる。

【0024】次の印刷周期が到来して印刷データにより中ドットの印刷が指令されると、印字制御手段 60 は、第 1 のタイミング（図 9 における  $T_{21}$ ）で駆動信号発生手段 61 から微小振動用駆動信号（a）を中ドット形成用駆動信号（b）を出力させた後、所定時間（図 9 における  $T_{22}$ ）の経過を待ち、第 3 のタイミング（図 9 における  $T_{23}$ ）で中ドット形成用駆動信号（b）を出力させる。

【0025】これにより、圧電振動子 23 が小ドットの印刷時よりも大きく縮小してメニスカスをノズル開口 29 から引き込み、ついで所定時間（ $P_{h2}$ ）保持した後、圧電振動子 23 を変位させて圧力発生室 24 を縮小させ、ノズル開口 29 から比較的インク量の多いインク滴 D2 を吐出させて記録用紙に中ドットを形成する。

【0026】中ドット D2 の形成が終了して第 3 の印刷周期  $T_3$  が到来し、大ドットの印刷を指令する印字データが入力すると、印字制御手段 60 は、直近の印刷周期で中ドットが形成されてインク滴吐出後のメニスカスの残留振動が大きいので、所定の時間（図 10 における  $T_{31}$ ）の間、駆動信号発生手段 61 から駆動信号を出力すること無くメニスカスを制振させる。

【0027】第 2 のタイミング（図 10 における  $T_{32}$ ）で駆動信号発生手段 61 から小ドット形成用駆動信号（b）を記録ヘッド 8 に出力させて、小ドットの形成に適したインク滴 D1 を吐出させ、さらに第 3 のタイミング（図 10 における  $T_{33}$ ）が到来した時点で中ドット形成用駆動信号（c）を出力させる。

【0028】このように小ドット形成用駆動信号（b）と中ドット形成用駆動信号（c）とを同一印刷周期  $T_3$  内で出力すると、小ドット形成用駆動信号の第 2 の信号②の継続時間  $P_{h1}$  と、第 3 の信号③の継続時間  $P_{d1}$  との和が、ヘルムホルツ共振振動  $T_c$  に一致しているメニ

カスの振動周期よりも長くなるため、メニスカスが安定的に正圧となった状態、つまりメニスカスがインク滴の吐出方向に凸となっている状態となる。

【0029】この状態で中ドット形成用駆動信号が印加されると、メニスカスが圧力発生室側に引き込みまれる。いうまでもなく、メニスカスが正圧を維持している状態は、これに連通する圧力発生室24も加圧された状態であるから、この状態で駆動信号が印加されるとメニスカスの運動エネルギーと圧力発生室24の圧力とが相乗的に作用する。したがって、小ドットと中ドットとを形成するインク滴D1とインク滴D2とのインク量の和( $3ng + 8ng$ )よりも多い量、この実施例では20ng程度のインク量からなるインク滴D3が吐出し、大ドットを形成する。

【0030】図11は、本発明により実際のインクジェット式記録ヘッドを駆動した場合のインク滴のインク量(重量)と明度(L\*)との関係を示す線図で、3ngインクからなる小ドット、8ngのインクからなる中ドット、20ngのインクからなる大ドットが形成でき、各インク滴による明度に十分な格差が存在するため、これに無印字の状態を入れると、本発明においては4階調での印刷ができることが明らかとなった。

【0031】なお、上述の実施例においては、微小振動用駆動信号、小ドット形成用駆動信号、及び中ドット形成用駆動信号の波形がそれぞれほぼアナロジーを保つようにしているが、中ドット形成用駆動信号については図12において符号c'に示すように一定のバイアス電圧を付与して中間電位Vmから変化させてもよい。

【0032】この実施例によれば、中間電位Vmを温度等に対応させて制御することにより、温度によるインク粘度の変化に起因するドットサイズの変動を防止することができる。すなわち、比較的サイズが大きな中ドットは、人の目でサイズの相違等が簡単に視認できるため、そのサイズの変動は印字品質を左右することになる。したがって中間電位Vmを調節することによりドットサイズを一定に維持すると、高い印字品質を維持することができる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、リザーバとノズル開口に連通する圧力発生室を圧電振動子により膨張、収縮させるインクジェット式記録ヘッドに、1印刷周期を複数のタイミングに分割し、小ドットを形成する小ドット形成用駆動信号、中ドットを形成する中ドット形成用駆動信号のいずれかだけを1印刷周期内で印加して、小ドット、また中ドットを形成するモー

ドと、小ドット形成用駆動信号と中ドット形成用駆動信号とを1印刷周期内で印加して大ドットを形成するモードとを備えたので、小ドット形成後のメニスカスの運動エネルギーを利用して中ドットを形成して、小ドットと中ドットのインク量よりも多い第3のインク滴を吐出させ、もって圧力発生手段に無用に高いダイナミックレンジや、高い電圧の駆動信号を必要とすることなく、4階調のドットを形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット式記録装置の一実施例を示す斜視図である。

【図2】同上記録装置に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図3】同上記録装置に使用するインクジェット式記録ヘッドの一実施例を示す断面図である。

【図4】同上記録装置の一実施例を示すブロック図である。

【図5】図(1)乃至(111)は、それぞれ印字周期、タイミング信号、及び駆動信号の一実施例を示す波形図である。

【図6】図(イ)、(ロ)は、それぞれ小ドット、及び中ドット形成用駆動信号のパラメータを示す図である。

【図7】図(1)乃至(IV)は、それぞれ同上装置により微小振動をメニスカスに与える場合の動作を示す線図である。

【図8】図(1)乃至(IV)は、それぞれ同上装置により小ドットを形成する場合の動作を示す線図である。

【図9】図(1)乃至(IV)は、それぞれ同上装置により中ドットを形成する場合の動作を示す線図である。

【図10】図(1)乃至(IV)は、それぞれ同上装置により大ドットを形成する場合の動作を示す線図である。

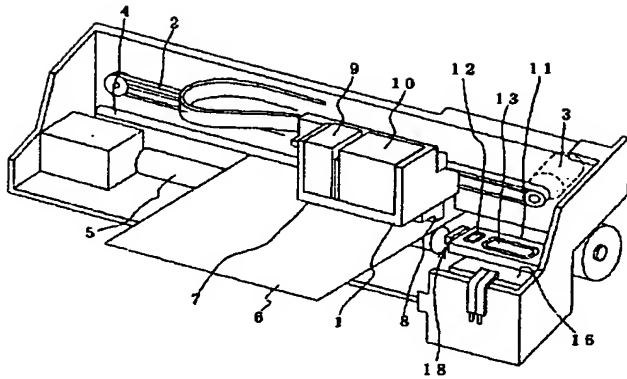
【図11】本発明の記録ヘッドが吐出可能な1つのインク滴のインク量と線密度との関係を示す線図である。

【図12】図(1)乃至(111)は、それぞれ本発明の他の実施例を示す波形図である。

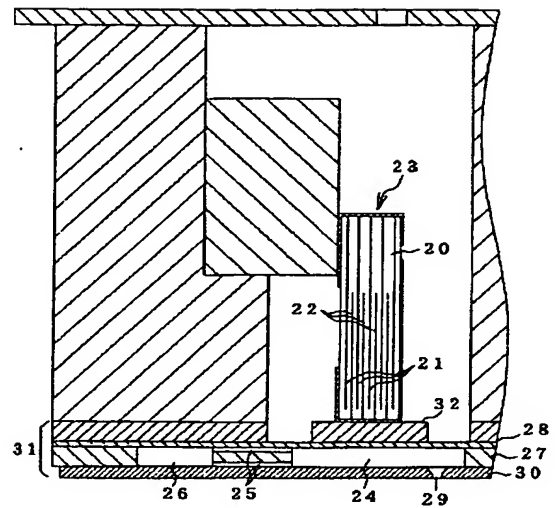
【符号の説明】

- 1 キャリッジ
- 7、8 インクジェット式記録ヘッド
- 9、10 インクカートリッジ
- 23、43 圧電振動子
- 24、44 圧力発生室
- 26、49 リザーバ
- 29、52 ノズル開口
- 25、54 インク供給口

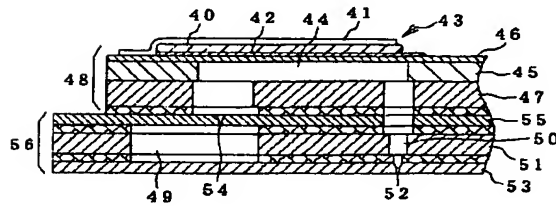
【図 1】



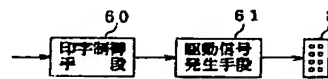
【図 2】



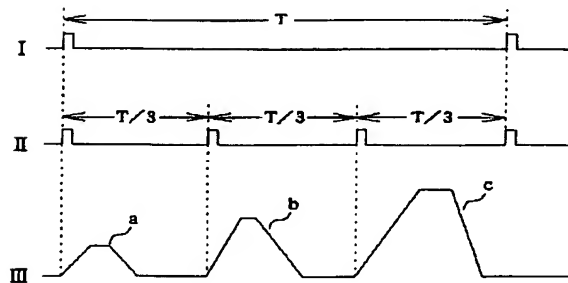
【図 3】



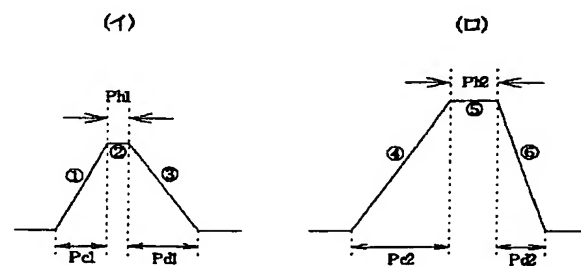
【図 4】



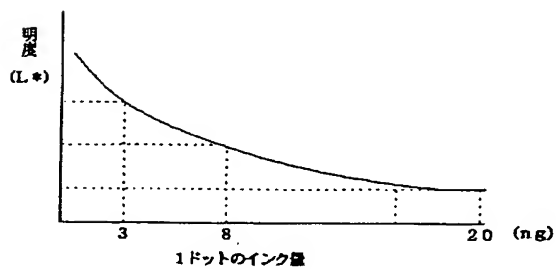
【図 5】



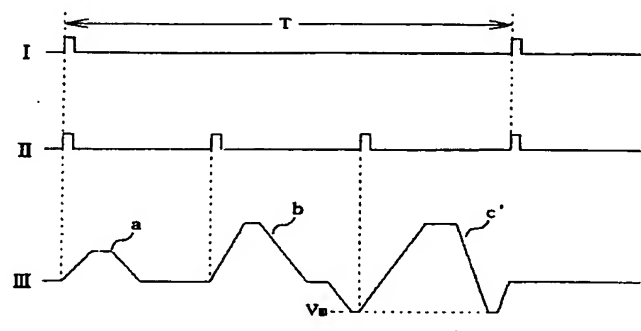
【図 6】



【図 11】

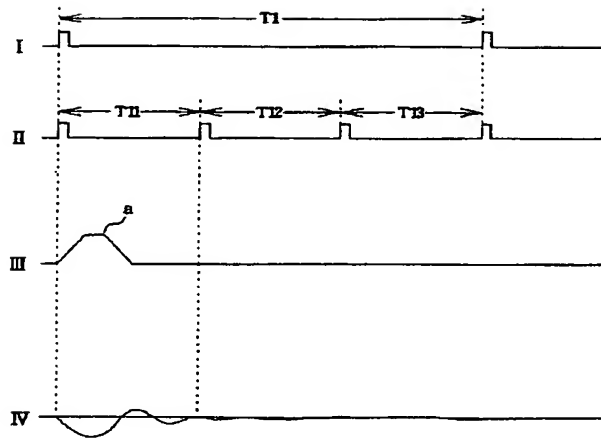


【図 12】

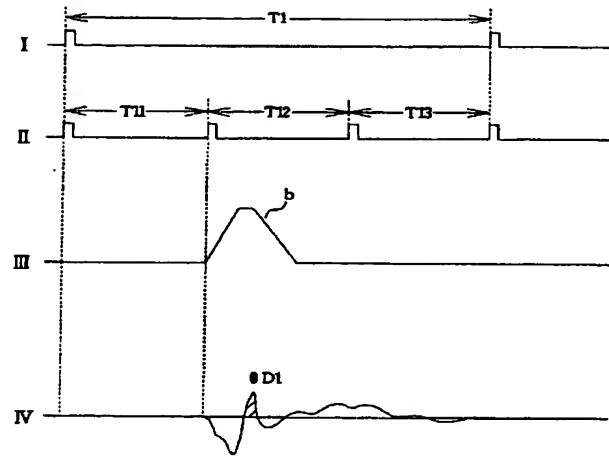




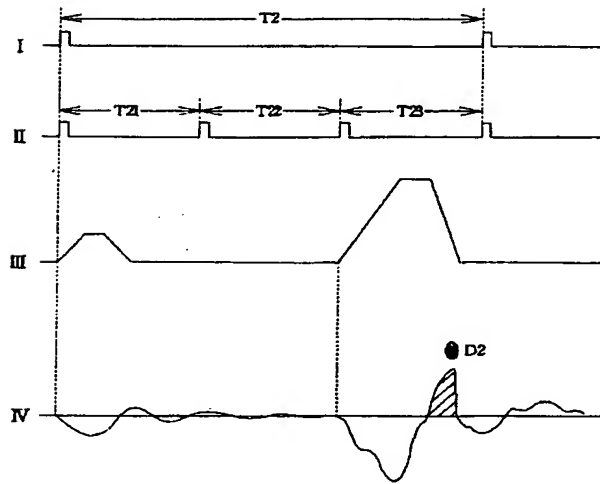
【図7】



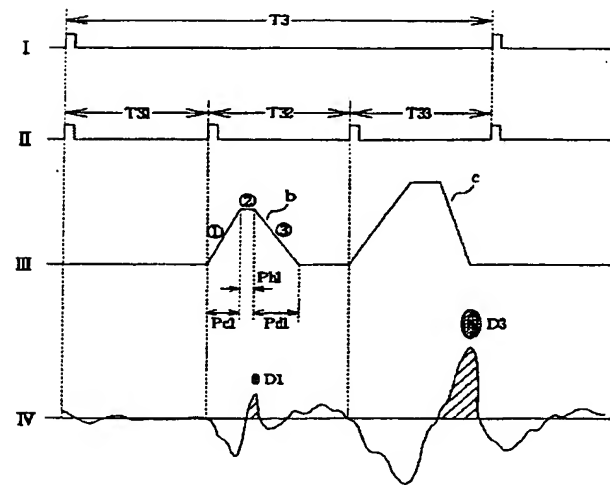
【図8】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**